

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-283622

(43)Date of publication of application : 07.10.1994

(51)Int.Cl.

H01L 23/12
H05K 1/09
H05K 3/34

(21)Application number : 05-334376

(71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH
CORP <IBM>

(22)Date of filing : 28.12.1993

(72)Inventor : DIGIACOMO GIULIO
KIM JUNG-IHL
NARAYAN CHANDRASEKHAR
PURUSHOTHAMAN SAMPATH

(30)Priority

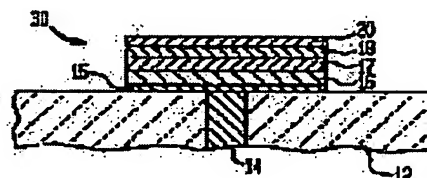
Priority number : 93 1524 Priority date : 08.01.1993 Priority country : US

(54) MULTILAYERED INTERCONNECTION METAL STRUCTURE AND ITS FORMING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide structure and a method for preventing metal diffusion between a noble metal layer and an adjacent non-noble metal layer, and new structure and a method for realizing super barrier structure, in particular, between copper and an adjacent noble metal layer.

CONSTITUTION: A non-noble metal layer 16, a titanium layer 17, a molybdenum layer 18, and a noble metal layer 20 or a metal layer 20 whose noble metal property is relatively low are deposited in order as metals for mutual connection. This structure concerns also with an improved multilayered metal pad or metal structure to be connected with pins or connectors or a part of wiring of a substrate.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.12.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2528617

[Date of registration] 14.06.1996

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 14.06.2003

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The multilayer interconnect metal structure which is the structure on a substrate and is characterized by what was constituted by at least one glue line, at least one non-noble-metals layer, titanium layer, molybdenum layer, at least one noble metals, or the structure that forms the layer of the low metal of noble-metals nature one by one relatively, and changes in the multilayer interconnect metal structure for electronic parts.

[Claim 2] It is the multilayer interconnect metal structure according to claim 1 which said non-noble-metals layer has on a base metal, and is characterized by said base metals being either aluminum, chromium, cobalt, copper, a hafnium, molybdenum, nickel, a niobium, a tantalum, titanium, a zirconium, noble metals or those mixture.

[Claim 3] Said non-noble-metals layer is the multilayer interconnect metal structure according to claim 1 characterized by being either aluminum, cobalt, copper, nickel or those mixture.

[Claim 4] It is the multilayer interconnect metal structure according to claim 1 characterized by said noble metals or the layers of a metal with low noble-metals nature being either gold, platinum, palladium, a rhodium, silver, tin or those mixture relatively.

[Claim 5] Said substrate is the multilayer interconnect metal structure according to claim 1 characterized by being a semiconductor chip.

[Claim 6] Said substrate is the multilayer interconnect metal structure according to claim 1 characterized by being either a ceramic substrate, a silicon substrate, a glass ceramic substrate, an alumina substrate, a nitriding aluminum substrate, a nitriding silicon substrate or a mullite substrate.

[Claim 7] It is the multilayer interconnect metal structure according to claim 1 characterized by said noble metals or a part of layer [at least] of the low metal of noble-metals nature touching the solder ingredient relatively.

[Claim 8] The multilayer interconnect metal structure according to claim 7 characterized by fixing the pin to said solder ingredient.

[Claim 9] The multilayer interconnect metal structure according to claim 7 characterized by fixing the solder ball to said solder ingredient.

[Claim 10] The multilayer interconnect metal structure according to claim 1 to which some wiring [at least] is characterized by said noble metals or being relatively fixed to some low metals [at least] of noble-metals nature.

[Claim 11] The multilayer interconnect metal structure according to claim 1 characterized by a part of connector [at least] touching said a part of structure [at least].

[Claim 12] Thickness of said glue line is desirably made into within the limits of about 0.02 - 0.03 microns of abbreviation within the limits of about 0.02 - 0.10 microns of abbreviation. The thickness of said non-noble-metals layer Within the limits of about 1.00 - 8.00 microns of abbreviation, It considers as within the limits of about 2.0 - 6.0 microns of abbreviation desirably. The thickness of said titanium layer Within the limits of about 0.20 - 2.00 microns of abbreviation, It considers as within the limits of about 0.50 - 1.50 microns of abbreviation desirably. The thickness of said molybdenum layer Within the

limits of about 0.20 - 2.00 microns of abbreviation, It considers as within the limits of about 0.50 - 1.50 microns of abbreviation desirably. The thickness of the layer 20 of the low metal of noble-metals nature on said noble metals or a relative target Within the limits of about 0.5 - 5.00 microns of abbreviation, It is the multilayer interconnect metal structure according to claim 1 characterized by considering as within the limits of about 1.00 - 5.00 microns of abbreviation desirably.

[Claim 13] Said substrate is the multilayer interconnect metal structure according to claim 1 characterized by having at least one Bahia.

[Claim 14] Said a part of non-noble-metals layer [at least] is the multilayer interconnect metal structure according to claim 13 characterized by being in contact with said at least one at least part and electric target of Bahia through at least one glue line.

[Claim 15] Said glue line is the multilayer interconnect metal structure according to claim 1 characterized by being either chromium, a tantalum, titanium, a tungsten, a hafnium, molybdenum, vanadium, zirconiums or those mixture.

[Claim 16] In the approach of forming the multilayer interconnect metal structure for electronic parts (a) The step which makes at least one conductor glue line deposit directly on said electronic parts, (b) The step which makes at least one non-noble-metals layer deposit directly on said at least one conductor glue line, (c) The step which makes a titanium layer deposit on said non-noble-metals layer, and the step which makes (d) molybdenum layer deposit directly on said titanium layer, (e) The formation approach of the multilayer interconnect metal structure characterized by including relatively at least one noble metals or the step which makes the low metal of noble-metals nature deposit directly on said titanium layer.

[Claim 17] Said non-noble-metals layer is the formation approach of the multilayer interconnect metal structure according to claim 16 characterized by being either aluminum, cobalt, copper, nickel or those mixture.

[Claim 18] It is the formation approach of the multilayer interconnect metal structure according to claim 16 characterized by said noble metals or the layers of a metal with low noble-metals nature being either gold, platinum, palladium, a rhodium, silver, tin or those mixture relatively.

[Claim 19] Said substrate is the formation approach of the multilayer interconnect metal structure according to claim 16 characterized by being a semiconductor chip.

[Claim 20] Said substrate is the formation approach of the multilayer interconnect metal structure according to claim 16 characterized by being either a ceramic substrate, a silicon substrate, a glass ceramic substrate, an alumina substrate, a nitriding aluminum substrate, a nitriding silicon substrate or a mullite substrate.

[Claim 21] It is the formation approach of the multilayer interconnect metal structure according to claim 16 characterized by said noble metals or a part of layer [at least] of the low metal of noble-metals nature touching the solder ingredient relatively.

[Claim 22] Said a part of structure [at least] is the formation approach of the multilayer interconnect metal structure according to claim 16 characterized by being electrically in contact with some contacts [at least].

[Claim 23] Said contact is the formation approach of the multilayer interconnect metal structure according to claim 22 characterized by being either a base metal pad, a pin, a solder ball or a connector.

[Claim 24] The processing which forms said structure is the formation approach of the multilayer interconnect metal structure according to claim 16 characterized by being either vapor growth, etching, vacuum evaporatio or sputtering.

[Claim 25] Thickness of said glue line is desirably made into within the limits of about 0.02 - 0.03 microns of abbreviation within the limits of about 0.02 - 0.10 microns of abbreviation. The thickness of said non-noble-metals layer Within the limits of about 1.00 - 8.00 microns of abbreviation, It considers as within the limits of about 2.0 - 6.0 microns of abbreviation desirably. The thickness of said titanium layer Within the limits of about 0.20 - 2.00 microns of abbreviation, It considers as within the limits of about 0.50 - 1.50 microns of abbreviation desirably. The thickness of said molybdenum layer Within the limits of about 0.20 - 2.00 microns of abbreviation, It considers as within the limits of about 0.50 - 1.50 microns of abbreviation desirably. The thickness of the layer 20 of the low metal of noble-metals nature

on said noble metals or a relative target Within the limits of about 0.5 - 5.00 microns of abbreviation, It is the formation approach of the multilayer interconnect metal structure according to claim 16 characterized by considering as within the limits of about 1.00 - 5.00 microns of abbreviation desirably.

[Claim 26] Said substrate is the formation approach of the multilayer interconnect metal structure according to claim 16 characterized by having at least one Bahia.

[Claim 27] Said a part of non-noble-metals layer [at least] is the formation approach of the multilayer interconnect metal structure according to claim 26 characterized by being in contact with said at least one at least part and electric target of Bahia through at least one glue line.

[Claim 28] Said glue line is the formation approach of the multilayer interconnect metal structure according to claim 16 characterized by being either chromium, a tantalum, titanium, a tungsten, molybdenum, vanadium, a zirconium, hafniums or those mixture.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the new structure and the new approach for realizing super barrier structure between the noble-metals layers which adjoin copper and it especially about the structure and the approach for preventing the metal diffusion between the nonmetal layers which adjoin a noble-metals layer and it. This is attained on a non-noble-metals layer a titanium layer, a molybdenum layer and noble metals, or by carrying out the sequential deposition of the layer of the low metal of noble-metals nature as a metal (metallurgy) for interconnect relatively. This invention is concerned also with the improved multilevel-metal pad or metal structure for connecting with the pin to a substrate, a connector, or some wiring [at least] again.

[0002]

[Description of the Prior Art] a pad is arranged in one field of semi-conductor components, such as a chip, and the solder ball (a following and C-4 solder ball pad -- or it is only called C-4s) for connecting a chip and substrates, such as a ceramic substrate, to each pad is prepared in it. And a solder ball is heated to the temperature more than the melting point, and bonding is carried out to the pad on the connection side of a substrate. Making connection between a solder pad field and other parts on a substrate or in a substrate with the so-called fan-out wiring, they extend the bottom of an insulating layer along the connection side of a substrate. It is necessary to produce the pad for engineering modification (EC) wiring which should be connected to a fan-out metal in the position on the front face of a substrate. By the way, engineering modification wiring is usually connected to a pad by either the wire bonding by the supersonic vibration technique or the heat compressing method, or solder bonding. And in the case of solder bonding, the requirements required of a metal become a different thing from the case of wire bonding.

[0003] The bimetal layer is used for the various objects. For example, the U.S. Pat. No. 2,847,331 description is indicating the hydrogen isotope target disk equipped with the backing of the molybdenum which coated the tooth back with titanium, or a tungsten.

[0004] Similarly, the U.S. Pat. No. 3,060,557 description is indicating the approach of making a medium metal intervene between a base metal and a coat metal. Such inclusion functions as diffusion barrier which prevents that the continuous weak intermetallic compound is formed between a base metal and a coat metal.

[0005] The U.S. Pat. No. 3,633,076 description is indicating the approach of using a metal contact strip to a semi-conductor. This contact strip consists of three continuous layers piled up one by one, and each class is the layer of a different metal, respectively. The lowest layer, i.e., an inside layer, shall have high compatibility to oxygen, on the other hand, the middle class chooses it from molybdenum, a tungsten, vanadium, or chromium desirably, and the outside layer is used as noble metals.

[0006] The U.S. Pat. No. 4,463,059 description has considered the requirements over the metal in solder bonding and wire bonding in relation to the top-face metal of a ceramic substrate. The structure of some metals is proposed. To solder bonding, the structure which consists of fan-out wiring of chromium and

gold, the barrier layer of the cobalt prepared on the above-mentioned gold next or chromium, and the maximum upper layer of the nickel following it or copper is proposed. In wire wiring, the maximum upper layer of the above-mentioned nickel or copper has removed. With other structures, Bhattacharya and others has proposed the golden activity, when performing solder bonding.

[0007] The U.S. Pat. No. 27,934 description has considered the need for a ball limit metal (BLM:ball limiting metallurgy). That is, it is the pad of a chip pars basilaris ossis occipitalis, and the pad which restricts the flow of a solder ball at the time of heating is considered. This ball limit metal is chromium, copper, and the thing with which the golden layer was located in a line in this sequence.

[0008] Similarly, it is Research. Disclosure26726; it is indicated by No. 267 (July, 1986) about preliminary processing and plating on the rear face of a silicon wafer for die bonding. That is, sequential coating was carried out in the layer of the layer of chromium or titanium, nickel, or copper, and the golden maximum upper layer, and the rear face of a semiconductor chip is further coated with tin.

[0009] A U.S. Pat. No. 4,772,523 description is formed on a glass substrate, and is indicated about the compound plating structure which consists of the layer of Cr/Au/nickel/Au/solder. This is a thing for a silicon capacitive pressure sensor. To chromium, since mutual fusibility is small, bonding of the internal gold layer is not carried out strongly. However, it is thought in the case of anode bonding processing that an internal gold layer is diffused inside the boundary of the particle of the deposit of nickel and chromium. The above-mentioned anode bonding is performed in advance of solder bonding, and the above-mentioned compound deposit is put to the temperature of anode bonding under a certain potential, and gold is diffused in nickel and chromium.

[0010] The U.S. Pat. No. 4,985,310 description is indicating the cobalt layer as diffusion barrier between noble metals (Au, Pt, Pd, Sn) and the low metal (Cu, Ti, Cr) of noble-metals nature. This is for using for the solder-bonding pad and wire bonding pad of electronic parts.

[0011] Today's maximum top-face metal of a ceramic substrate changes from gold or molybdenum, nickel, and the golden multilevel-metal structure to chromium or titanium and copper, and a pan. The ball limit metal which is fond now and is used consists of chromium, copper, and gold. Both the maximum top-face metal (following and TSM:top surface metallurgy) and a ball limit metal (following, BLM) pass through the process of many solder reflow in the processing which connects a chip to a ceramic substrate. The gold in TSM and BLM dissolves quickly into solder, consequently the copper under it (or nickel) usually reacts with lead and the solder which is the complex of tin. Solder and copper (or nickel) are chosen because they form good solder connection.

[0012] However, the intermetallic compound of copper/tin is formed of the reaction of copper and solder. Usually, although this intermetallic compound does not become a problem, in order to connect a chip to a ceramic substrate, when a solder reflow is performed repeatedly, it brings a result which it will become by the time it makes a lower plated metal exfoliate, and the conductivity of BLM is reduced, and causes the loss of the reaction barrier between solder and the chip coat metal under it. Furthermore, the nonconformity in early stages of solder connection may be produced by exfoliation of this intermetallic compound.

[0013] Cobalt works good as reaction barrier to solder. However, in the process of a components assembly, and the service environment of an electronic instrument, the copper outward diffusion to the maximum top face of noble metals is not restricted in a general oxidation gas ambient atmosphere. By this outward diffusion, it becomes impossible to connect wiring to a noble-metals front face, and the contact resistance of pad-on pad contact structure increases.

[0014]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The object of this invention is to improve connection between the electronic parts which do not have resistance to the problem accompanying the intermetallic compound and it which were formed superfluously.

[0015] The object of this invention has the reactivity to solder and a blaze alloy in improving connection between the electronic parts which consist of the low metal structure again.

[0016] The object of this invention is to improve connection between electronic parts after performing multiple times and a solder reflow further.

[0017] Furthermore, the object of this invention is to offer the interconnect metal which has the following features.

(a) Stress is small and does not produce the crack of a substrate.

(b) Corrosive is fully low and does not produce nonconformity nonpermissible [with the corrosion in an operating environment].

(c) Fully adhere to a substrate and the force in which it is added by down stream processing and the busy condition does not separate.

(d) a blaze and solder -- receiving -- wettability -- having -- them -- reacting -- solid-state melting -- and/or, form powerful metal bonding by formation of an intermetallic compound.

[0018]

[Means for Solving the Problem] This invention is the structure on a substrate and indicates the multilayer interconnect metal structure for the electronic parts which constituted the layer of the low metal of noble-metals nature one by one relatively by at least one glue line, at least one non-noble-metals layer, titanium layer, molybdenum layer, at least one noble metals, or the structure that forms and changes.

[0019] In the approach this invention forms the multilayer interconnect metal structure for electronic parts again (a) The step which makes at least one conductor glue line deposit directly on said electronic parts, (b) The step which makes at least one non-noble-metals layer deposit directly on said at least one conductor glue line, (c) The step which makes a titanium layer deposit on said non-noble-metals layer, and the step which makes (d) molybdenum layer deposit directly on said titanium layer, (e) It is characterized by including relatively at least one noble metals or the step which makes the low metal of noble-metals nature deposit directly on said titanium layer.

[0020]

[Example] Next, the example of this invention is explained in detail with reference to a drawing. The desirable example of this invention is shown in drawing 1 - drawing 5 . By a diagram, this invention gave the related sign to the part by which it is characterized. These description parts are not what was not necessarily shown on the fixed scale in drawing.

[0021] In a film connector and an edge connector (based on press contact), oxidation of contact is very a problem. It is because electric resistance increases and an electric failure may be caused by oxidation. In order to oppose this oxidation, the surface contact film is formed with noble metals, such as gold.

However, the base metal under it, i.e., copper, nickel, cobalt, etc. are spread on a noble-metals front face in the busy condition of the component or a module in the heat cycle and pin blazing of a polymer, such as a hardening cycle. Therefore, it is necessary to prevent that the above elements which are not desirable are spread on noble-metals front faces, such as gold, by the diffusion barrier of this invention.

[0022] It found out that it could prevent that an atom is spread from a non-noble-metals layer or bimetal barrier layer itself to a noble-metals layer noble metals or by preparing a Mo/Ti bimetal barrier layer between the low metal of noble-metals nature, and non-noble metals relatively.

[0023] When Mo (molybdenum) or Ti (titanium) is used independently, there is such no effectiveness. That is, to non-noble metals, although molybdenum is not the good barrier, it is not diffused in noble metals. Moreover, to non-noble metals, although titanium is the good barrier, it is diffused in noble metals in itself. However, by combining these, these selves were not spread in noble metals, and other metals of an opposite hand discovered that it became impossible noble metals or to be relatively spread in the low metal of noble-metals nature.

[0024] This always attains a molybdenum layer noble metals or by making the low metal of noble-metals nature contact relatively, and always contacting a titanium layer in a non-noble-metals layer. Such structure is effective when performing annealing by noble metals, such as Ag, Au, Pd, and Pt, or the activity especially relevant to [it is / as opposed to / relatively / non-noble metals, such as a low metal of noble-metals nature and aluminum, and copper / dramatically effective, and] an electronic instrument.

[0025] The objects with this main bimetal diffusion barrier layer are that a lower non-noble-metals layer prevents a noble-metals layer or being relatively spread in the low metal layer of noble-metals nature,

consequently are a noble-metals layer or preventing oxidation of the low metal layer of noble-metals nature relatively, and preventing buildup of the contact resistance of a noble-metals layer.

[0026] They are dramatically expensive although contact resistance can be dramatically reduced with noble metals. Therefore, although it is that it is desirable to use only noble metals, in actual application, non-noble metals are used combining noble metals.

[0027] By preparing the bimetal barrier layer of Ti/Mo of this invention between a non-noble-metals layer and a noble-metals layer, stress decreases, corrosion is almost lost, good TCE (coefficient of thermal expansion) is obtained, and, moreover, tensile strength does not fall. This invention is applicable also to what type of a monolayer substrate or a multilayer substrate. That is, as a substrate, a ceramic substrate is sufficient, and a silicon substrate, a glass ceramic substrate, an alumina substrate, an aluminum nitride substrate, a nitriding silicon substrate, a mullite substrate, etc. may be any.

[0028] A pin, a flexible connector, a pad-on pad connector, etc. can connect any surface fittings to this new metal.

[0029] This new metal can be used also to an edge connector, as shown in drawing 5.

[0030] When a drawing is referred to in more detail, the multilevel-metal structure for electronic parts 12, i.e., a pad, is shown in drawing 1. The reference number is usually set to 30. Electronic parts 12 are substrates, such as semiconductor chips, such as a silicon device, or a ceramic substrate. In order to make it intelligible, electronic parts 12 are hereafter made to call it a substrate 12. The substrate 12, i.e., electronic parts, has at least one Bahia connection 14. One field of a substrate 12 is made with the layer of a wiring metal (not shown). Let the wiring metal be aluminum and a copper alloy, aluminum, copper and gold, and other suitable conductive metals for explanation (however, it does not limit to these). The multilevel-metal structure 30 can be used as a ball limit metal (BLM), a pin blaze pad, C4 pad, a wire bonding pad, etc.

[0031] Drawing 1 shows the fundamental metal membrane structure made to deposit on a substrate 12. In addition to this, these layers, i.e., the film, are made to deposit one by one with vapor growth, etching, vacuum evaporation and sputtering, or a suitable technique within a vacuum system (without breaking a vacuum). The conductive glue line 15 is made to deposit on a substrate 12 first. Therefore, this layer touches a part of at least one Bahia connection [at least] 14. In a certain case, a glue line 15 may contact two or more Bahia connections 14. Then, the non-noble-metals layer 16 is made to deposit, and the direct titanium layer 17 is made to deposit on it further. Next, the molybdenum layer 18 is made to deposit on the titanium layer 17, and noble metals or a relative target is made to deposit the layer 20 of the low metal of noble-metals nature on it finally. Next, generally these deposits are orthopedically operated to the array of a pad. In this phase, such a pad can be used for connection of various components, such as wiring, a pin, and a connector.

[0032] In order to connect wiring in the various layers (not shown) of a substrate 12, and other electronic parts linked to a substrate 12, one or the Bahia connection 14 beyond it is in a substrate 12.

[0033] In order to form the multilevel-metal structures 30, such as a pad, it is most suitable and the form and/or thickness of an economical metal are decided by how it uses concretely.

[0034] In addition, the metal (henceforth noble metals) with low noble-metals nature says relatively the thing of noble metals, the metal which cannot oxidize easily in air, or an alloy. True noble metals, such as gold, platinum, palladium, and those alloys, and the metal which cannot oxidize easily in the air of tin etc. are contained in this definition. The low metal of noble-metals nature is chosen as these noble metals or a relative target from the group of gold, palladium, platinum, a rhodium, silver, tin, and those mixture. Below, vocabulary called noble metals shall also contain the low metal of noble-metals nature relatively only in addition to noble metals.

[0035] With non-noble metals, it is defined as a metal with the inclination which oxidizes in air. These non-noble metals are chosen as aluminum, cobalt, copper, nickel, and other rows from the group of those mixture.

[0036] The above-mentioned conductive glue line is chosen as chromium, molybdenum, a tantalum, titanium, a tungsten, a zirconium, vanadium, a hafnium, and other rows from the group of those mixture.

[0037] Although noble metals or considering as gold are relatively desirable as for the layer 20 of the low metal of noble-metals nature, it is good also as platinum, palladium and a rhodium, or tin. Similarly, although considering as copper is desirable as for the non-noble-metals layer 16, it is good for aluminum, cobalt and nickel, and other rows also as those mixture.

[0038] Furthermore, although thickness of a glue line 15 is made into the range of about 0.02 - 0.10 microns of abbreviation, it considers as the range of about 0.02 - 0.03 microns of abbreviation desirably. Moreover, although thickness of the non-noble-metals layer 16 is made into about 1.00 - 8.00 microns of abbreviation, it considers as about 2.0 - 6.0 microns of abbreviation desirably. And although thickness of the titanium layer 17 is made into about 0.20 - 2.00 microns of abbreviation, it considers as about 0.50 - 1.50 microns of abbreviation desirably. Moreover, although thickness of the molybdenum layer 18 is made into about 0.20 - 2.00 microns of abbreviation, it considers as about 0.50 - 1.50 microns of abbreviation desirably. And although thickness of the layer 20 of the low metal of noble-metals nature is made into about 0.5 - 5.00 microns of abbreviation at noble metals or a relative target, it considers as about 1.00 - 5.00 microns of abbreviation desirably.

[0039] The non-noble-metals layer 16 is formed in order to obtain electric distribution on a substrate 12. The bimetal layer of titanium 17 and molybdenum 18 is prepared as super barrier between the noble-metals layer 20 and the non-noble-metals layer 16. Strong corrosion resistance is acquired with the combination of these layers, and the chemical compatibility and solubility over other metals are acquired. This is requirements which serve as a key in almost all application. The noble-metals layers 20, such as gold, are for protecting a front face, maintaining the wettability of a blaze/solder, and enabling wire bonding by the supersonic wave, pressure-welding bonding or detailed welding, etc., and are for making high connection of adhesion in a pad-on pad connector and an edge connector.

[0040] The formed multilevel-metal pad 30 can be used in order to connect with a pin 24 using solder or a blaze 22, as shown in drawing 2. A part of layer [at least] of the low metal of noble-metals nature touches noble metals or a relative target with the solder ingredient. Although the structure of drawing 2 can be formed by various approaches, one concrete approach makes the layer (not shown) of insulating materials, such as polyimide, deposit first on a substrate 12 as described by the U.S. Pat. No. 4,880,684 description. And by photolithography, etching ablation, or laser ablation, the polyimide of the field on Bahia 14 is removed and the metal of Bahia 14 is exposed thoroughly. Then, the multilevel-metal structure 30, i.e., a pad, is made to deposit as mentioned above. The multilevel metal made to deposit on [of one] Bahia 14 at least is the same as that of the structure shown in drawing 1. After making a glue line 15 deposit on [of at least one] Bahia, the non-noble-metals layers 16, such as copper, are made to deposit on a glue line 15. then, the titanium layer 17 and molybdenum 18 are deposited -- making -- the last -- noble metals -- or -- relative -- the low metal 20 of noble-metals nature -- gold is made to deposit directly on the molybdenum layer 18 desirably. Then, a pin 24 is fixed to solder or a blaze 22 by the approach in a U.S. Pat. No. 4,970,570 description etc. learned well.

[0041] When a solder ball (not shown) is used instead of a pin 24, the multilevel-metal structure 30 and a substrate 12 are heated, and solder 22 is made to melt and fluidize as shown in the U.S. Pat. No. 27,934 description since it fixes to solder 22.

[0042] Actually, when contacting the multilevel-metal structure 30, i.e., a pad, to solder, the noble-metals layer 20 is dissolved into solder by reflow processing. Therefore, the noble-metals layer 20 is fugacity. On the other hand, in not soldering by performing only wire bonding to the multilevel-metal structure 30, the noble-metals layer 20 remains almost as it is.

[0043] Although it is having not expected, the noble-metals layer 20 has the advantage of forming the film of the intermetallic compound pasted up on solder or a blaze, and the lower molybdenum layer 18. When carrying out a reflow and reworking, since this intermetallic compound maintains wettability to solder, flux becomes unnecessary.

[0044] Since the noble-metals layer 20 is absorbed in solder 22 at the time of reflow processing, it is considered to be the layer of fugacity. The importance of a noble-metals layer prevents oxidization of a lower molybdenum layer at the time of preservation, and is in the point of a molybdenum layer holding the wettability to solder and enabling it to react with solder as a result.

[0045] Moreover, a multilevel-metal pad can also be used as a wire bonding site to an engineering modification pad. In this case, TSM does not contact solder. For example, solder is used for neither of the cases although supersonic vibration or heat compression can perform wire bonding.

[0046] The example in the case of using this pad as a wire bonding site is shown in drawing 3. A supersonic wave, press bonding, detailed welding, etc. attach some wires [at least] 26 in a part of pad structure [at least] 30 (drawing 1) with the bonding technique for which were most suitable. The diffusion field 28 is generated by this bonding.

[0047] It depends for the thickness of the noble-metals layers 20, such as gold, on the bonding technique to be used. For example, to perform an ultrasonic bonding, it is necessary to thicken a gold layer. Since a wire 26 has the large coefficient of thermal expansion in comparison with a substrate 12, strong shearing stress joins a metal and a metal / substrate interface section, and the external boundary section. If it repeats, especially, in detailed welding, an adhesive property will be acquired by the non-noble-metals layer, and stress will decrease, the bonding force will increase in it by the gold layer, and a reaction will be controlled by molybdenum and the titanium layer.

[0048] Thus, the multilevel-metal structure of this invention is equipped with the required property of the good reactivity over low stress, a non-corrosive one, the strong adhesive property over substrates (a ceramic, polymer, etc.), a blaze, and solder.

[0049] The stress to produce will be too large, when it is dramatically weak, this invention is applied to the substrate which is easy to break and a direct substrate is made to deposit the multilevel-metal structure. In such a case, what is necessary is to make a substrate deposit polymer film, such as polyimide, directly for example, and to remove a part, and just to enable it to contact Bahia and the metal on it electrically. The polymer film on this substrate functions as a cushion, a great portion of stress produced in a film and/, or a blaze is absorbed, and it prevents that it gets across to a substrate.

[0050] The structure of this invention can be formed on a base metal (not shown). In that case, a base metal is prepared between a glue line 15 and the non-noble-metals layer 16, and the ingredient is used as either aluminum, chromium, cobalt, copper, a hafnium, molybdenum, nickel, a niobium, a tantalum, titanium, a zirconium, noble metals and those mixture.

[0051] As other applications of this invention, the example of a pad-on pad connector is shown in drawing 4. The hard or flexible connector 45 has the metal pad 47, and contacts this connector to the substrate 12 equipped with the structures 30, such as a pad 30. In almost all cases, the metal pad 47 has the structure 30 which corresponds [pad / 30]. Metal bonding of the front faces of two pads 47, i.e., a pad, and a pad 30 is not performed. The electric contact between a pad 30 and 47 is maintained with sufficient pressure, and the flexibility of a connector or each pad attains this pressure. In order to make it electric contact resistance not increase to extent nonpermissible [with oxidation], it is necessary to use as noble metals the pad front face which contacts physically. Although you may be the thing of a pad-on pad connector, an edge connector, or others as a connector, the metalel mechanical stability and the non-corrosive one which were indicated to these [all] here are required. Although the flat flexible cable of the structure (for example, Kapton/Cu) which carried out the laminating of a polymer and the metal is well used for a connector, since the coefficient of thermal expansion produces shearing stress strong against a connection pad highly compared with a ceramic substrate, a mechanical property is important for it.

[0052] As an example of interconnect by the multilevel metal of this invention, an edge connector is shown in drawing 5. The edge pad 55 is formed in the edge of a substrate 12 by the approach learned better than before. What is necessary is just to form the edge pad 55 so that it may have the multilevel metal of a pad 30.

[0053] The multilevel metal of a pad 30 is shown in drawing 5, and the edge pad 55 changes from two or more layers made to deposit to it one by one. That is, it consists of at least one glue line 59, at least one non-noble-metals layer 56, titanium layer 57, molybdenum layer 58, and at least one noble-metals layer 60. Desirably, copper is used for the non-noble-metals layer 56, and gold is used for ***** and the noble-metals layer 60. An edge connector 50 has the expansion sections 51 and 53, holds springs 52 and 54, and receives the edge of a substrate 12. And some pads [at least] 55 are connected to at least

the part and the electric target of an edge connector 50.

[0054] The very good result was obtained with the BLM metal of this invention. As a result of BLM which is carrying out the current activity performing repetition assessment, it turned out that it has strong resistance to the corrosion by chlorine. This invention made the metal of a prehension pad change again. That is, when the I/O pad was removed as weak coupling, it became clear that the current prehension pad also has the problem in connection with corrosion.

[0055] The metal with the resistance force tensile strength remains as it is and strong to corrosion was obtained by changing an I/O pad and a prehension pad into the system based on molybdenum.

[0056] This invention can be used in manufacture of the various semi-conductor products used for a personal computer, a minicomputer or a large-sized computer, or other data processors. It is applicable to manufacture of the VLSI chip especially used for an industrial electronic instrument and a consumer electronic instrument. The product produced by this invention can be used for electronic products, such as a transportation system incorporating the processing system for a continuation monitor etc., and a control system.

[0057] As mentioned above, although this invention was explained based on the specific desirable example, of course, it is [like / it is ***** for this contractor and] possible to adopt other practices or to add various amelioration and deformation based on the above-mentioned explanation. And each claim of the claim indicated on these descriptions is contained in the range of this invention, and thinks as a thing based on the meaning including all of a practice besides the above, amelioration, and deformation.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing the multilevel-metal structure of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the pin linked to the multilevel-metal structure of drawing 1.

[Drawing 3] It is drawing showing wiring linked to the multilevel-metal structure of drawing 1.

[Drawing 4] It is drawing which connects the connector equipped with the metal pad to the substrate equipped with the multilevel-metal structure of this invention and in which showing other examples of this invention.

[Drawing 5] It is drawing which connects an edge connector to the substrate equipped with the multilevel-metal edge connection and in which showing the example of further others of this invention.

[Description of Notations]

12 Electronic Parts

14 Bahia Connection

16 Non-Noble-Metals Layer

17 Titanium Layer

18 Molybdenum Layer

20 Low Metal Layer of Noble-Metals Nature

30 Multilevel-Metal Structure

[Translation done.]

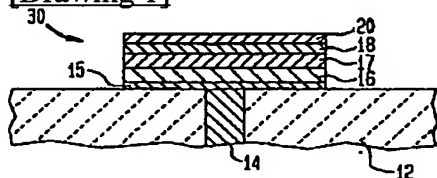
*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

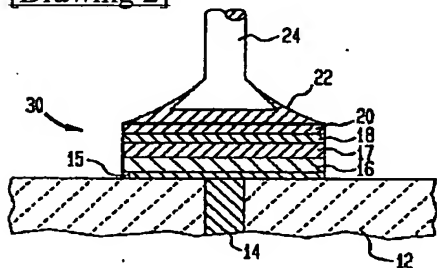
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

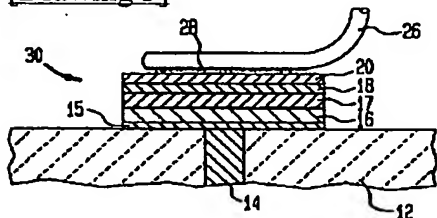
[Drawing 1]



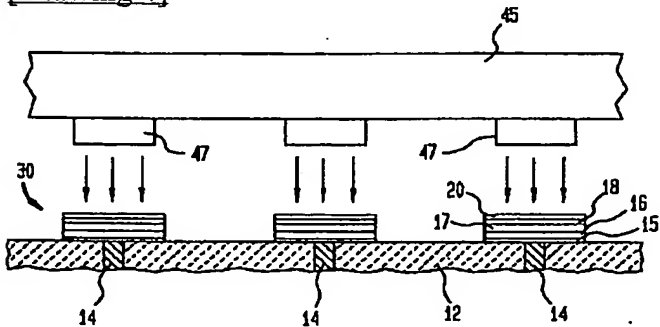
[Drawing 2]



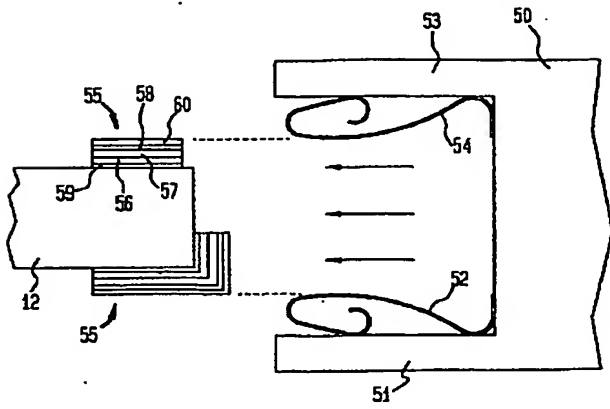
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-283622

(43)公開日 平成6年(1994)10月7日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 23/12				
H 0 5 K 1/09	C	6921-4E		
3/34		7128-4E		
		8719-4M	H 0 1 L 23/ 12	K

審査請求 有 請求項の数28 OL (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平5-334376

(22)出願日 平成5年(1993)12月28日

(31)優先権主張番号 0 0 1 5 2 4

(32)優先日 1993年1月8日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシー
ズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSIN
ESS MACHINES CORPO
RATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
アーモンク (番地なし)

(72)発明者 ギウリオ・ディジアコモ

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ホープ
ウェル ジャンクション キング ロード
11

(74)代理人 弁理士 合田 潔 (外3名)

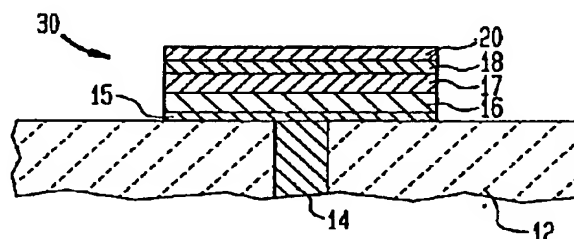
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 多層相互接続金属構造体およびその形成方法

(57)【要約】

【目的】 貴金属層とそれに隣接する非貴金属層との間の金属拡散を防止するための構造および方法、特に銅とそれに隣接する貴金属層と間のスーパー・バリア構造を実現するための新しい構造および方法を提供する。

【構成】 本発明は、非貴金属層16、チタン層17、モリブデン層18、ならびに貴金属または相対的に貴金属性の低い金属の層20を相互接続のための金属として順次堆積させることによって達成する。本発明はまた、基板に対するピン、コネクタ、あるいは配線の少なくとも一部に接続するための、改良した多層金属パッドあるいは金属構造にも関わるものである。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】電子部品のための多層相互接続金属構造体において、基板上の構造体であって、少なくとも1つの接着層と、少なくとも1つの非貴金属層と、チタン層と、モリブデン層と、少なくとも1つの貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属の層とを順次、形成して成る構造体により構成されたことを特徴とする多層相互接続金属構造体。

【請求項2】前記非貴金属層はベース金属上にあり、前記ベース金属は、アルミ、クロム、コバルト、銅、ハフニウム、モリブデン、ニッケル、ニオブウム、タンタル、チタン、ジルコニウム、貴金属、あるいはそれらの混合物のいずれかであることを特徴とする請求項1記載の多層相互接続金属構造体。

【請求項3】前記非貴金属層は、アルミ、コバルト、銅、ニッケル、あるいはそれらの混合物のいずれかであることを特徴とする請求項1記載の多層相互接続金属構造体。

【請求項4】前記貴金属あるいは相対的に貴金属性が低い金属の層は、金、プラチナ、パラジウム、ロジウム、銀、錫、あるいはそれらの混合物のいずれかであることを特徴とする請求項1記載の多層相互接続金属構造体。

【請求項5】前記基板は半導体チップであることを特徴とする請求項1記載の多層相互接続金属構造体。

【請求項6】前記基板は、セラミック基板、シリコン基板、ガラス・セラミック基板、アルミナ基板、窒化アルミ基板、窒化シリコン基板、あるいはムライト基板のいずれかであることを特徴とする請求項1記載の多層相互接続金属構造体。

【請求項7】前記貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属の層の少なくとも一部は半田材料と接触していることを特徴とする請求項1記載の多層相互接続金属構造体。

【請求項8】ピンが前記半田材料に固定されていることを特徴とする請求項7記載の多層相互接続金属構造体。

【請求項9】半田ボールが前記半田材料に固定されていることを特徴とする請求項7記載の多層相互接続金属構造体。

【請求項10】配線の少なくとも一部が前記貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属の少なくとも一部に固定されていることを特徴とする請求項1記載の多層相互接続金属構造体。

【請求項11】コネクタの少なくとも一部が前記構造体の少なくとも一部に接触していることを特徴とする請求項1記載の多層相互接続金属構造体。

【請求項12】前記接着層の厚みは約0.02～約0.10ミクロンの範囲内、望ましくは約0.02～約0.03ミクロンの範囲内とし、前記非貴金属層の厚みは約1.00～約8.00ミクロンの範囲内、望ましくは約2.0～約6.0ミクロンの範囲内とし、前記チタン層

2

の厚みは約0.20～約2.00ミクロンの範囲内、望ましくは約0.50～約1.50ミクロンの範囲内とし、前記モリブデン層の厚みは約0.20～約2.00ミクロンの範囲内、望ましくは約0.50～約1.50ミクロンの範囲内とし、前記貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属の層20の厚みは約0.5～約5.0ミクロンの範囲内、望ましくは約1.00～約5.0ミクロンの範囲内としたことを特徴とする請求項1記載の多層相互接続金属構造体。

10 【請求項13】前記基板は少なくとも1つのバイアを備えたことを特徴とする請求項1記載の多層相互接続金属構造体。

【請求項14】前記非貴金属層の少なくとも一部は、少なくとも1つの接着層を通じて、前記少なくとも1つのバイアの少なくとも一部と電気的に接触していることを特徴とする請求項13記載の多層相互接続金属構造体。

【請求項15】前記接着層は、クロム、タンタル、チタン、タングステン、ハフニウム、モリブデン、バナジウム、ジルコニウム、あるいはそれらの混合物のいずれかであることを特徴とする請求項1記載の多層相互接続金属構造体。

【請求項16】電子部品のための多層相互接続金属構造体を形成する方法において、

(a) 少なくとも1つの導電体接着層を前記電子部品上に直接堆積させるステップと、

(b) 少なくとも1つの非貴金属層を、前記少なくとも1つの導電体接着層上に直接堆積させるステップと、

(c) チタン層を前記非貴金属層の上に堆積させるステップと、

30 (d) モリブデン層を前記チタン層の上に直接堆積させるステップと、

(e) 少なくとも1つの貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属を、前記チタン層の上に直接堆積させるステップと、

を含むことを特徴とする多層相互接続金属構造体の形成方法。

【請求項17】前記非貴金属層は、アルミ、コバルト、銅、ニッケル、あるいはそれらの混合物のいずれかであることを特徴とする請求項16記載の多層相互接続金属構造体の形成方法。

40 【請求項18】前記貴金属あるいは相対的に貴金属性が低い金属の層は、金、プラチナ、パラジウム、ロジウム、銀、錫、あるいはそれらの混合物のいずれかであることを特徴とする請求項16記載の多層相互接続金属構造体の形成方法。

【請求項19】前記基板は半導体チップであることを特徴とする請求項16記載の多層相互接続金属構造体の形成方法。

50 【請求項20】前記基板は、セラミック基板、シリコン基板、ガラス・セラミック基板、アルミナ基板、窒化ア

ルミ基板、窒化シリコン基板、あるいはムライト基板のいずれかであることを特徴とする請求項 16 記載の多層相互接続金属構造体の形成方法。

【請求項 21】前記貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属の層の少なくとも一部は半田材料と接触していることを特徴とする請求項 16 に記載の多層相互接続金属構造体の形成方法。

【請求項 22】前記構造体の少なくとも一部は接続装置の少なくとも一部に電氣的に接触していることを特徴とする請求項 16 記載の多層相互接続金属構造体の形成方法。

【請求項 23】前記接続装置は、ベース金属パッド、ピン、半田ボール、あるいはコネクタのいずれかであることを特徴とする請求項 22 記載の多層相互接続金属構造体の形成方法。

【請求項 24】前記構造体を形成する処理は、気相成長、エッチング、蒸着、あるいはスパッタリングのいずれかであることを特徴とする請求項 16 記載の多層相互接続金属構造体の形成方法。

【請求項 25】前記接着層の厚みは約 0.02~約 0.10 ミクロンの範囲内、望ましくは約 0.02~約 0.03 ミクロンの範囲内とし、前記非貴金属層の厚みは約 1.00~約 8.00 ミクロンの範囲内、望ましくは約 2.0~約 6.0 ミクロンの範囲内とし、前記チタン層の厚みは約 0.20~約 2.00 ミクロンの範囲内、望ましくは約 0.50~約 1.50 ミクロンの範囲内とし、前記モリブデン層の厚みは約 0.20~約 2.00 ミクロンの範囲内、望ましくは約 0.50~約 1.50 ミクロンの範囲内とし、前記貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属の層 20 の厚みは約 0.5~約 5.0 ミクロンの範囲内、望ましくは約 1.00~約 5.0 ミクロンの範囲内としたことを特徴とする請求項 16 記載の多層相互接続金属構造体の形成方法。

【請求項 26】前記基板は少なくとも 1 つのバイアを備えたことを特徴とする請求項 16 記載の多層相互接続金属構造体の形成方法。

【請求項 27】前記非貴金属層の少なくとも一部は、少なくとも 1 つの接着層を通じて、前記少なくとも 1 つのバイアの少なくとも一部と電氣的に接触していることを特徴とする請求項 26 記載の多層相互接続金属構造体の形成方法。

【請求項 28】前記接着層は、クロム、タンタル、チタン、タングステン、モリブデン、バナジウム、ジルコニウム、ハフニウム、あるいはそれらの混合物のいずれかであることを特徴とする請求項 16 記載の多層相互接続金属構造体の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、貴金属層とそれに隣接する非金属層との間の金属拡散を防止するための構造お

よび方法に関し、特に、銅とそれに隣接する貴金属層との間のスーパー・バリア構造を実現するための新しい構造および方法に関するものである。これは、非貴金属層の上に、チタン層、モリブデン層、ならびに貴金属または相対的に貴金属性の低い金属の層を相互接続のための金属 (metallurgy) として順次堆積させることによって達成する。本発明はまた、基板に対するピン、コネクタ、あるいは配線の少なくとも一部に接続するための、改良した多層金属パッドあるいは金属構造にも関わるものである。

【0002】

【従来の技術】チップなどの半導体部品の 1 つの面には、パッドを配置し、各パッドには、チップとセラミック基板などの基板とを接続するための半田ボール（以下、C-4 半田ボール・パッドあるいは単に C-4 s という）を設ける。そして、半田ボールをその融点以上の温度に加熱し、基板の接続面上のパッドにボンディングさせる。半田パッド領域と、基板上あるいは基板内の他の部位との接続はいわゆるファンアウト配線により行ない、それらは絶縁層の下を基板の接続面に沿って伸展させる。基板表面の所定の位置には、ファンアウト金属に接続すべきエンジニアリング変更 (EC) 配線のためのパッドを作製する必要がある。ところで、エンジニアリング変更配線は通常、超音波振動法か熱圧縮法によるワイヤ・ボンディング、あるいは半田ボンディングのいずれかによってパッドに接続する。そして半田ボンディングの場合、金属に要求される要件はワイヤ・ボンディングの場合とは異なったものとなる。

【0003】バイメタル層が種々の目的のために用いられている。例えば、米国特許第 2,847,331 号明細書は、背面にチタンをコーティングしたモリブデンあるいはタングステンのバックングを備えた水素同位体ターゲット・ディスクを開示している。

【0004】同様に、米国特許第 3,060,557 号明細書は、ベース金属と被覆金属との間に中間金属を介在させるという方法を開示している。このような介在物は、ベース金属と被覆金属との間に、連続した脆い金属間化合物が形成されることを防止する拡散バリアとして機能する。

【0005】米国特許第 3,633,076 号明細書は、金属コンタクト・ストリップを半導体に対して用いるという方法を開示している。このコンタクト・ストリップは順次重ねた連続する 3 つの層から成り、各層はそれぞれ異なる金属の層となっている。最下層、すなわち内側層は酸素に対して高い親和性を有するものとし、一方、中間層は望ましくはモリブデン、タングステン、バナジウム、あるいはクロムの中から選択し、外側層は貴金属としている。

【0006】米国特許第 4,463,059 号明細書は、セラミック基板の上面金属に関連して、半田ボンデ

10

20

30

40

50

イングおよびワイヤ・ボンディングにおける金属に対する要件について考察している。いくつかの金属の構造を提案している。半田ボンディングに対しては、クロムおよび金のファンアウト配線と、次に上記金の上に設けたコバルトあるいはクロムのバリア層と、それに続くニッケルあるいは銅の最上層から成る構造を提案している。ワイヤ配線の場合には上記ニッケルあるいは銅の最上層は除去している。他の構造では、Bhattacharyaらは、半田ボンディングを行なう場合、金の使用を提案している。

【0007】米国特許第27, 934号明細書は、ボール制限金属(BLM: ball limiting metallurgy)の必要性について考察している。すなわち、チップ底部のパッドであって、加熱時に半田ボールの流れを制限するパッドについて考察している。このボール制限金属は、クロム、銅、そして金の層がこの順番で並んだものとなっている。

【0008】同様に、Research Disclosure 26726; 第267号(1986年7月)には、ダイ・ボンディングのための、シリコン・ウェハー裏面の予備加工およびメッキについて開示されている。すなわち、半導体チップの裏面を、クロムあるいはチタンの層、ニッケルあるいは銅の層、ならびに金の最上層で順次コーティングし、さらに錫によってコーティングしている。

【0009】米国特許第4, 772, 523号明細書は、ガラス基板上に形成し、Cr/Au/Ni/Au/半田の層から成る複合メッキ構造について開示している。これはシリコン容量性圧力センサのためのものである。内部の金層はクロムに対して、相互の可溶性が小さいため、強くはボンディングされない。しかし、アノード・ボンディング処理の際、内部金層はニッケルおよびクロムのメッキ層の粒子の境界内部に拡散するように思われる。上記アノード・ボンディングは半田ボンディングに先だって行われ、上記複合メッキ層はある電位のもとでアノード・ボンディングの温度に曝され、そして金はニッケルおよびクロム内に拡散する。

【0010】米国特許第4, 985, 310号明細書は、貴金属(Au, Pt, Pd, Sn)と貴金属性の低い金属(Cu, Ti, Cr)との間の拡散バリアとしてのコバルト層を開示している。これは電子部品の半田ボンディング・パッドおよびワイヤ・ボンディング・パッドに用いるためのものである。

【0011】今日の、セラミック基板の最上面金属は、クロムまたはチタン、そして銅、さらに金、あるいはモリブデン、ニッケル、そして金の多層金属構造体から成る。現在好んで用いられているボール制限金属は、クロム、銅、そして金から成る。最上面金属(以下、TSM: top surface metallurgy)およびボール制限金属(以下、BLM)は共に、チップ

をセラミック基板に接続する処理において、多くの半田リフローの工程を経る。TSMおよびBLM内の金は半田内に素早く溶解し、その結果、その下の銅(あるいはニッケル)は、通常鉛と錫の複合体である半田と反応する。半田と銅(あるいはニッケル)が選ばれるのは、それらが良好な半田接続を形成するからである。

【0012】しかし、銅と半田との反応によって、銅/錫の金属間化合物が形成される。通常は、この金属間化合物は問題にはならないが、セラミック基板にチップを接続するために半田リフローを何回も行った場合には、下部のメッキ金属を剥離させるまでになり、BLMの導電性を低下させ、また半田とその下のチップ被覆金属との間の反応バリアのロスを招く結果となる。さらに、この金属間化合物の剥離によって半田接続の初期の不具合を生じることもある。

【0013】コバルトは半田に対して反応バリアとして良好に働く。しかし、部品組み立ての工程および電子装置のサービス環境において一般的な酸化ガス雰囲気中では、貴金属の最上面に対する、銅の外向き拡散を制限するものではない。この外向き拡散によって、貴金属表面に配線を接続することが不可能となり、そしてパッド・オン・パッド接触構造の接触抵抗が増大する。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、過剰に形成された金属間化合物およびそれに伴う問題に対して耐性を持たない電子部品間の接続を改善することにある。

【0015】本発明の目的はまた、半田およびブレイズ合金に対する反応度が低い金属構造体から成る電子部品間の接続を改善することにある。

【0016】本発明の目的はさらに、複数回、半田リフローを行なった後の電子部品間の接続を改善することにある。

【0017】さらに本発明の目的は、次のような特長を有する相互接続金属を提供することにある。

(a) 応力が小さく、基板の割れを生じない。

(b) 腐食性が十分に低く、使用環境での腐食によって許容できない不具合を生じない。

(c) 基板に十分に付着し、処理工程および使用状態で加わる力によって分離することがない。

(d) ブレイズおよび半田に対して濡れ性を有して、それらと反応し、固体溶解によって、および/または金属間化合物の形成によって強力な金属ボンディングを形成する。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明は、基板上の構造体であって、少なくとも1つの接着層と、少なくとも1つの非貴金属層と、チタン層と、モリブデン層と、少なくとも1つの貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属の層とを順次、形成して成る構造体により構成した電

子部品のための多層相互接続金属構造体を開示するものである。

【0019】本発明はまた、電子部品のための多層相互接続金属構造体を形成する方法において、(a)少なくとも1つの導電体接着層を前記電子部品上に直接堆積させるステップと、(b)少なくとも1つの非貴金属層を、前記少なくとも1つの導電体接着層上に直接堆積させるステップと、(c)チタン層を前記非貴金属層の上に堆積させるステップと、(d)モリブデン層を前記チタン層の上に直接堆積させるステップと、(e)少なくとも1つの貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属を、前記チタン層の上に直接堆積させるステップと、を含むことを特徴としている。

【0020】

【実施例】次に本発明の実施例について図面を参照して詳しく説明する。本発明の望ましい実施例を図1～図5に示す。図では本発明が特徴とする部分には関連した符号を付した。これらの特徴部分は図において必ずしも一定のスケールで示したものではない。

【0021】フィルム・コネクタおよびエッジ・コネクタ(押圧接触による)では、コンタクトの酸化が非常に問題である。なぜなら、酸化によって電気抵抗が増大し、電気的な障害を引き起こす可能性があるからである。この酸化に対抗するため、表面のコンタクト膜は金などの貴金属によって形成する。しかし、その下のベース金属、すなわち、銅、ニッケル、コバルトなどが、ポリマーの硬化サイクルなどの熱サイクルや、ピン・ブレイジングにおいて、またその部品あるいはモジュールの使用状態において、貴金属表面に拡散する。従って、本発明の拡散バリアによって上述のような望ましくない元素が金などの貴金属表面に拡散することを防止する必要がある。

【0022】貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属と、非貴金属との間にMo/Tiバイメタル・バリア層を設けることによって、非貴金属層から、あるいはバイメタル・バリア層それ自身から貴金属層へ原子が拡散することを防止できることを見出した。

【0023】Mo(モリブデン)あるいはTi(チタン)を単独で用いた場合には、そのような効果はない。すなわち、モリブデンは非貴金属に対して良好なバリアではないが、貴金属内に拡散することはない。また、チタンは非貴金属に対して良好なバリアであるが、それ自身は貴金属内に拡散する。しかし、これらを組み合わせることにより、それら自身が貴金属内に拡散することがなく、また反対側の他の金属が貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属内に拡散できなくなることを発見した。

【0024】このことは、モリブデン層を常に貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属に接触させ、チタン層を常に非貴金属層に接触させることによって達成す

る。このような構造は、Ag, Au, Pd, Ptなどの貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属、およびアルミ、銅などの非貴金属に対して非常に有効であり、特に電子装置に関連する作業でアニーリングを行なう場合に有効である。

【0025】このバイメタル拡散バリア層の主な目的は、下部の非貴金属層が貴金属層あるいは相対的に貴金属性の低い金属層内に拡散することを防止することであり、その結果、貴金属層あるいは相対的に貴金属性の低い金属層の酸化を防止し、貴金属層の接触抵抗の増大を防止することである。

【0026】貴金属によって接触抵抗を非常に低下させることができるが、それらは非常に高価である。従って、貴金属のみを用いることが望ましいことではあるが、実際の応用では非貴金属を貴金属と組み合わせて用いている。

【0027】本発明のTi/Moのバイメタル・バリア層を非貴金属層と貴金属層との間に設けることによって、応力が低減し、腐食がほとんどなくなり、良好なTCE(熱膨張係数)が得られ、しかも引っ張り強度が低下することはない。本発明はいかなるタイプの単層基板あるいは多層基板にも適用できる。すなわち基板としては例えば、セラミック基板でもよく、またシリコン基板や、ガラス・セラミック基板、アルミナ基板、窒化アルミニウム基板、窒化シリコン基板、ムライト基板など、いずれであってもよい。

【0028】ピンや、フレキシブル・コネクタ、パッド・オン・パッド・コネクタなど、どのような表面取り付け部品でもこの新しい金属に接続することができる。

【0029】この新しい金属は図5に示すようにエッジ・コネクタに対しても用いることができる。

【0030】図面をさらに詳しく参照すると、図1に、電子部品12のための多層金属構造体、すなわちパッドを示す。その参照番号は通常、30とする。電子部品12はシリコン・デバイスなどの半導体チップ、あるいはセラミック基板などの基板である。分かり易くするため、電子部品12は以下、基板12と言うことにする。基板、すなわち電子部品12は少なくとも1つのバイア接続部14を有している。基板12の一方の面は配線金属(図示せず)の層とできる。説明のため、その配線金属はアルミ・銅合金や、アルミ、銅、金、その他適当な導電性金属とする(ただし、これらに限定するものではない)。多層金属構造体30はボール制限金属(BLM)や、ピン・ブレイズ・パッド、C4パッド、ワイヤ・ボンディング・パッドなどとしてすることができる。

【0031】図1は、基板12上に堆積させた基本的な金属膜構造体を示している。これらの層、すなわち膜は真空システム内で(真空を破ることなく)気相成長や、エッチング、蒸着、スパッタリング、あるいはその他、適当な技術によって順次、堆積させる。導電性接着層1

10

20

30

40

50

5は最初に基板12上に堆積させる。従ってこの層は少なくとも1つのバイア接続部14の少なくとも一部に接触している。ある場合には、接着層15は2つ以上のバイア接続部14に接触させなければならない場合もある。その後、非貴金属層16を堆積させ、さらにその上に直接チタン層17を堆積させる。次に、チタン層17の上にはモリブデン層18を堆積させ、最後にその上に貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属の層20を堆積させる。次にこれらの堆積層は一般にパッドのプレーに整形する。このようなパッドはこの段階で、配線、ピン、コネクタなど、種々の部品の接続のために用いることができる。

【0032】基板12内には、基板12の種々の層（図示せず）内の配線と、基板12に接続する他の電子部品とを接続するため、1つまたはそれ以上のバイア接続部14がある。

【0033】具体的にどのように利用するかによって、パッドなどの多層金属構造体30を形成するために最も適し、かつ経済的な金属の形および／または厚さが決まる。

【0034】なお、貴金属あるいは相対的に貴金属性が低い金属（以下、貴金属という）は、空气中で酸化しにくい金属あるいは合金のことをいう。この定義に含まれるのは、金、白金、パラジウム、およびそれらの合金などの真の貴金属と、錫などの空气中で酸化しにくい金属である。この貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属は、金、パラジウム、白金、ロジウム、銀、錫、およびそれらの混合物のグループから選択する。貴金属という用語は、以下では貴金属のみならず相対的に貴金属性の低い金属も含むものとする。

【0035】非貴金属とは、空气中で酸化する傾向がある金属と定義する。この非貴金属は、アルミ、コバルト、銅、ニッケル、その他、ならびにそれらの混合物のグループから選ぶ。

【0036】上記導電性接着層は、クロム、モリブデン、タンタル、チタン、タングステン、ジルコニウム、バナジウム、ハフニウム、その他、ならびにそれらの混合物のグループから選択する。

【0037】貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属の層20は金とすることが望ましいが、白金や、パラジウム、ロジウム、あるいは錫としても良い。同様に、非貴金属層16は銅とすることが望ましいが、アルミや、コバルト、ニッケル、その他、ならびにそれらの混合物としても良い。

【0038】さらに、接着層15の厚みは約0.02～約0.10ミクロンの範囲とするが、望ましくは約0.02～約0.03ミクロンの範囲とする。また非貴金属層16の厚みは約1.00～約8.00ミクロンとするが、望ましくは約2.0～約6.0ミクロンとする。そしてチタン層17の厚みは約0.20～約2.00ミク

ロンとするが、望ましくは約0.50～約1.50ミクロンとする。またモリブデン層18の厚みは約0.20～約2.00ミクロンとするが、望ましくは約0.50～約1.50ミクロンとする。そして、貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属の層20の厚みは約0.5～約5.00ミクロンとするが、望ましくは約1.00～約5.00ミクロンとする。

【0039】非貴金属層16は基板12上で電気的な分散を得るために設けている。チタン17とモリブデン18とのバイメタル層は、貴金属層20と非貴金属層16との間のスーパー・バリアとして設けている。これらの層の組み合わせによって強い耐腐食性が得られ、そして他の金属に対する化学的共存性ならびに溶解性が得られる。このことは、ほとんどの応用において鍵となる要件である。金などの貴金属層20は、表面を保護し、ブレイズ／半田の濡れ性を保ち、超音波によるワイヤ・ボンディングや、圧接ボンディング、あるいは微細溶接などを可能とするためのものであり、そしてパッド・オン・パッド・コネクタおよびエッジ・コネクタにおいて密着性の高い接続を実現するためのものである。

【0040】形成した多層金属パッド30は、図2に示すように、半田あるいはブレイズ22を用いてピン24と接続するために使用することができる。貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属の層の少なくとも一部は半田材料と接触している。図2の構造体は種々の方法で形成できるが、1つの具体的な方法は、米国特許第4,880,684号明細書に記述されているように、基板12上に例えばポリイミドなどの絶縁材料の層（図示せず）をまず堆積させる。そして、フォトリソグラフィ、エッチング・アブレーション、あるいはレーザ・アブレーションによってバイア14上の領域のポリイミドを除去し、バイア14の金属を完全に露出させる。その後、多層金属構造体、すなわちパッド30を上述のようにして堆積させる。少なくとも1つのバイア14上に堆積させた多層金属は、図1に示した構造体と同様のものである。少なくとも1つのバイア上に接着層15を堆積させた後、銅などの非貴金属層16を接着層15上に堆積させる。続いてチタン層17とモリブデン18を堆積させ、最後に貴金属あるいは相対的に貴金属性の低い金属20、望ましくは金をモリブデン層18上に直接堆積させる。その後、米国特許第4,970,570号明細書などにあるよく知られた方法によって、ピン24を半田あるいはブレイズ22に固定する。

【0041】半田22に固定するために、ピン24の代わりに半田ボール（図示せず）を用いた場合には、米国特許第27,934号明細書に示されているように、多層金属構造体30および基板12を加熱し、半田22を溶かして流動化させる。

【0042】実際には、多層金属構造体、すなわちパッド30を半田と接触させる場合、リフロー処理によって

貴金属層 20 は半田中に溶解する。従って、貴金属層 20 は逸散性である。一方、多層金属構造体 30 にワイヤ・ボンディングのみを行ない、半田付けを行なわない場合には、貴金属層 20 はほぼそのまま残る。

【0043】期待していなかったことであるが、貴金属層 20 は、半田あるいはブレイズと下部のモリブデン層 18 とに接着する金属間化合物の薄い層を形成するという利点を有している。リフローさせて再加工するとき、この金属間化合物は半田に対して濡れ性を維持するので、フラックスは不要となる。

【0044】貴金属層 20 は、リフロー処理のとき半田 22 内に吸収されるので、逸散性の層と考えられる。貴金属層の重要性は、保存時に下部モリブデン層の酸化を防止し、そしてその結果、モリブデン層が半田に対する濡れ性を保持して半田と反応できるようにするという点にある。

【0045】また、多層金属パッドは、エンジニアリング変更パッドに対するワイヤ・ボンディング・サイトとして用いることもできる。この場合 T S M は半田とは接触しない。例えばワイヤ・ボンディングは超音波振動あるいは熱圧縮により行なえるが、いずれの場合にも半田は用いない。

【0046】このパッドをワイヤ・ボンディング・サイトとして用いる場合の例を図 3 に示す。ワイヤ 26 の少なくとも一部を、超音波、押圧ボンディング、微細溶接など、最も適したボンディング技術によってパッド構造体 30 (図 1) の少なくとも一部に取り付ける。このボンディングにより拡散領域 28 が生じる。

【0047】金などの貴金属層 20 の厚さ是用いるボンディング技術に依存する。例えば超音波ボンディングを行なう場合には金層は厚くする必要がある。ワイヤ 26 は基板 12 に比べての熱膨張係数が大きいので、強いせん断応力が金属および金属/基板界面部および外部境界部に加わる。くり返すと、特に微細溶接の場合には、非貴金属層によって接着性が得られ、そして応力が低減し、金層によってボンディング力が高まり、モリブデンおよびチタン層によって反応が制御される。

【0048】このように、本発明の多層金属構造体は、低応力、非腐食性、基板(セラミック、ポリマーなど)に対する強い接着性、ならびにブレイズおよび半田に対する良好な反応性という必要な特性を備えている。

【0049】本発明を非常に脆く、割れ易い基板に対して適用し、多層金属構造体を直接基板に堆積させた場合には、生じる応力は大きすぎるものとなろう。このような場合には、例えばポリイミドなどのポリマー膜を基板に直接堆積させ、そして一部を除去して、パイアとその上の金属とを電気的に接触できるようにすればよい。この基板上のポリマー・フィルムはクッションとして機能し、フィルムおよび/あるいはブレイズに生じた応力を大部分、吸収し、それが基板に伝わることを防止する。

【0050】本発明の構造体はベース金属(図示せず)上に形成することができる。その場合、ベース金属は接着層 15 と非貴金属層 16 との間に設け、その材料は、アルミ、クロム、コバルト、銅、ハフニウム、モリブデン、ニッケル、ニオブウム、タンタル、チタン、ジルコニウム、貴金属、ならびにそれらの混合物のいずれかとする。

【0051】本発明の他の応用例として、パッド・オン・パッド・コネクタの例を図 4 に示す。硬質あるいは柔軟なコネクタ 45 は金属パッド 47 を有しており、このコネクタを、パッド 30 などの構造体 30 を備えた基板 12 に接触させる。ほとんどの場合、金属パッド 47 は、パッド 30 などの対応する構造体 30 を有している。2つのパッド、すなわちパッド 47 とパッド 30 の表面どうしの金属ボンディングは行なわない。パッド 30、47 間の電気的接触は、十分な圧力によって維持し、この圧力はコネクタあるいは個々のパッドの柔軟性によって達成する。物理的に接触するパッド表面は、酸化によって許容できない程度に電気的接触抵抗が増大しないようにするため、貴金属とする必要がある。コネクタとしてはパッド・オン・パッド・コネクタや、エッジ・コネクタ、あるいはその他のものであってもよいが、これらすべてに対して、ここに開示した金属の機械的な安定性および非腐食性が必要である。コネクタには、ポリマーおよび金属を積層した構造(例えば、Kapton/Cu)のフラット・フレキシブル・ケーブルがよく用いられるが、その熱膨張率はセラミック基板に比べて高く、また接続パッドに強いせん断応力を生じるので、機械的な性質が重要である。

【0052】本発明の多層金属による相互接続の例として、エッジ・コネクタを図 5 に示す。従来よりよく知られた方法によって、基板 12 のエッジにエッジ・パッド 55 を形成する。エッジ・パッド 55 はパッド 30 の多層金属を有するように形成すればよい。

【0053】図 5 には、パッド 30 の多層金属を示しており、エッジ・パッド 55 は順次、堆積させた複数の層から成る。すなわち、少なくとも 1 つの接着層 59 と、少なくとも 1 つの非貴金属層 56 と、チタン層 57 と、モリブデン層 58 と、少なくとも 1 つの貴金属層 60 から成る。望ましくは、非貴金属層 56 には銅を用い、貴金属層 60 には金を用いる。エッジ・コネクタ 50 は伸展部 51、53 を有し、パネ 52、54 を収容して、基板 12 の端部を受容するようになっている。そして、パッド 55 の少なくとも一部は、エッジ・コネクタ 50 の少なくとも一部と電気的に接続する。

【0054】本発明の BLM 金属によって非常に良好な結果が得られた。現在使用している BLM は、くり返し評価を行なった結果、塩素による腐食に対して強い耐性を有することが分かった。本発明はまた、捕捉パッドの金属を変更させた。すなわち、弱い結合として I/O パ

ッドを除去すると、現在の捕捉パッドも腐食に関わる問題を有していることが明らかになった。

【0055】I/Oパッドおよび捕捉パッドを、モリブデンに基づくシステムに変更することにより、引っ張り強さはそのまま、腐食に対する抵抗力が強い金属が得られた。

【0056】本発明は、パーソナル・コンピュータや、ミニ・コンピュータ、あるいは大型コンピュータやその他のデータ処理装置に用いる種々の半導体製品の製造において利用することができる。特に、工業電子装置および消費者電子装置に用いるVLSIチップの製造に応用できる。本発明によって作製した製品は、連続モニタなどのための処理システムを組み込んだ交通システムや、制御システムなどの電子製品に用いることができる。

【0057】以上、本発明について、特定の望ましい実施例をもとに説明したが、当業者にとって明かなように、上記説明にもとづいて他の実施方法を採用したり、改良や変形を種々加えることはもちろん可能である。そして、本明細書に記載した特許請求の範囲の各請求項は、本発明の範囲に含まれ、かつその趣旨にもとづくものとして、上記他の実施方法、改良、ならびに変形をす

べて含むものとする。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の多層金属構造体を示す断面図である。

【図2】図1の多層金属構造体に接続したピンを示す図である。

【図3】図1の多層金属構造体に接続した配線を示す図である。

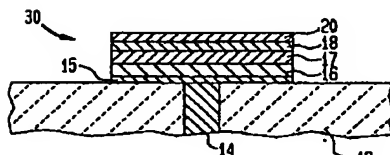
【図4】本発明の多層金属構造体を備えた基板に、金属パッドを備えたコネクタを接続する、本発明の他の実施例を示す図である。

【図5】多層金属エッジ接続部を備えた基板にエッジ・コネクタを接続する、本発明のさらに他の実施例を示す図である。

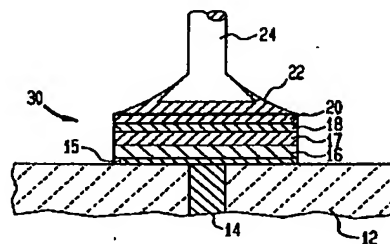
【符号の説明】

- 12 電子部品
- 14 バイア接続部
- 16 非貴金属層
- 17 チタン層
- 18 モリブデン層
- 20 貴金属性の低い金属層
- 30 多層金属構造体

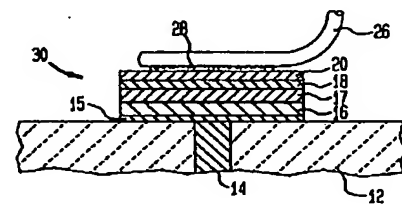
【図1】



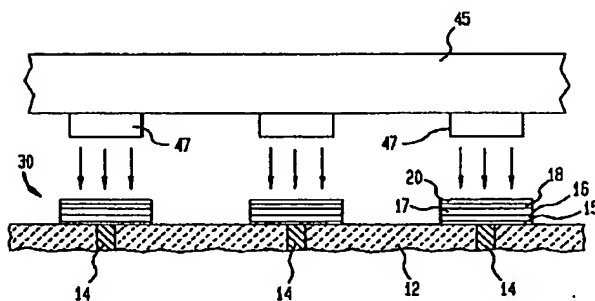
【図2】



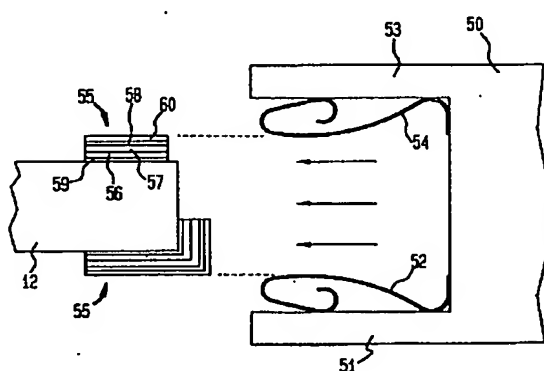
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 ジュンゲーイール・キム
大韓民国 ソウル ソンパーク オリユー
ンードングオリンピック アpartment
125-502

(72)発明者 チャンドラセクハール・ナラヤン
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ホープ
ウェル ジャンクション ケンシントン
ドライブ 62
(72)発明者 サンバス・プルショサマン
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ヨーク
タウン ハイッ ラヴォア コート 2075